

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-034270

(43)Date of publication of application : 31.01.2002

(51)Int.Cl.

H02N 2/00
F02D 41/34
F02D 45/00
F02M 47/02
F02M 51/00
H01L 41/083
// F02M 51/06

(21)Application number : 2001-103954

(71)Applicant : **ROBERT BOSCH GMBH**

(22)Date of filing : 02.04.2001

(72)Inventor : **HEDENETZ ANDREAS
BARNICKEL KAI
NEWALD JOSEF
SCHULZ UDO**

(30)Priority

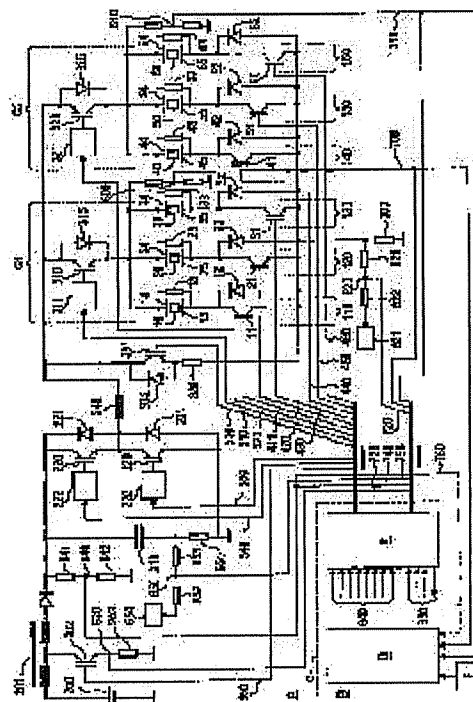
Priority number : 2000 00106961 Priority date : 01.04.2000 Priority country : EP

(54) METHOD AND APPARATUS FOR TIMED MEASUREMENT OF VOLTAGE ACROSS DEVICE IN CHARGING CIRCUIT OF AT LEAST ONE PIEZOELECTRIC ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To easily attain the response to the injection operation of the predetermined actuator of a value to be accumulated in a buffer.

SOLUTION: For the timed measurement of a voltage across a device in a charging circuit of the piezoelectric elements 10, 20, 30, 40, 50, 60 used in a fuel injection system, a voltage applied on the device is synchronized with the injection phenomenon of at least one piezoelectric actuator and such voltage is detected and read at the predetermined timing. Here, the device may be a piezoelectric element or a buffer capacitor.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-34270

(P2002-34270A)

(43) 公開日 平成14年1月31日(2002.1.31)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 2 N 2/00		H 0 2 N 2/00	B 3 G 0 6 6
F 0 2 D 41/34		F 0 2 D 41/34	W 3 G 0 8 4
45/00	3 6 4	45/00	3 6 4 N 3 G 3 0 1
			3 6 4 Q
F 0 2 M 47/02		F 0 2 M 47/02	

審査請求 未請求 請求項の数18 O L 外国語出願 (全 55 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-103954(P2001-103954)

(22) 出願日 平成13年4月2日(2001.4.2)

(31) 優先権主張番号 0 0 1 0 6 9 6 1. 6

(32) 優先日 平成12年4月1日(2000.4.1)

(33) 優先権主張国 欧州特許庁 (E P)

(71) 出願人 390023711

ローベルト ボツシュ ゲゼルシャフト
 ミット ベシュレンクテル ハフツング
 ROBERT BOSCH GMBH
 ドイツ連邦共和国 シュツツガルト
 (番地なし)

(72) 発明者 アンドレアス ヘデネツツ

ドイツ連邦共和国 デンケンドルフ ビス
 マルクシュトラッセ 40

(74) 代理人 100081815

弁理士 矢野 敏雄 (外4名)

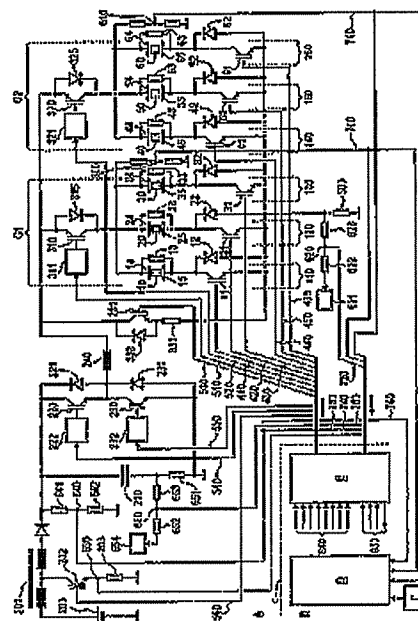
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 少なくとも1つの圧電素子の充電回路におけるデバイスにかかっている電圧をタイミングをとって測定するための方法および少なくとも1つの圧電素子の充電回路におけるデバイスにかかっている

(57) 【要約】 (修正有)

【解決手段】 燃料噴射システムなどに用いられる圧電素子10、20、30、40、50、60の充電回路におけるデバイスにかかっている電圧のタイミングのとられた測定のため、デバイスにかかっている電圧が、少なくとも1つの圧電式アクチュエータの噴射率象と同期されて前以て決められている時点で検出されかつ読み出される。デバイスは圧電素子またはバッファキャパシタであってもよい。

【効果】 バッファに蓄積される値の、所定のアクチュエータの噴射操作に対する対応が簡単に把握できる。



(2)

特開2002-34270

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも1つの圧電素子の充電回路におけるデバイスにかかっている電圧をタイミング測定するための方法において、前記デバイスにかかっている電圧を検出し、かつ該検出された電圧を前記少なくとも1つの圧電素子の噴射事象と同期された前記で決められている時点において読み出すことを特徴とする方法。

【請求項2】 前記デバイスは前記少なくとも1つの圧電素子である請求項1記載の方法。

【請求項3】 前記デバイスはバッファキャパシタである請求項1記載の方法。

【請求項4】 前記前記で決められている時点は、噴射事象のそれぞれの充電または放電動作の前または後のずらされた前記で決められている時点である請求項1記載の方法。

【請求項5】 それぞれの充電または放電動作をそれぞれのストロブパルスにตอบสนองしてスタートさせ、前記ずらされた前記で決められている時点は該それぞれのストロブパルスに関連している請求項4記載の方法。

【請求項6】 前記前記で決められている時点は、それぞれのストロブパルスと一致しており、それぞれの充電または放電動作はそれぞれのストロブパルスに続くずらされた第2の前記で決められている時点においてスタートされる請求項5記載の方法。

【請求項7】 前記少なくとも1つの圧電式アクチュエータのエネルギーロスまたは電力消散を求め、前記少なくとも1つの圧電式アクチュエータのキャパシタンスを求め、前記バッファキャパシタのキャパシタンスおよび/または関連の回路を診断すること、および前記デバイスにかかっている電圧勾配を調整することの少なくとも1つのために、前記読み出し電圧を使用する請求項1または3記載の方法。

【請求項8】 例えばエージング現象および/または温度効果に対して、前記少なくとも1つの圧電素子の充電または放電を補正するために前記読み出し電圧を使用する請求項1から6までのいずれか1項記載の方法。

【請求項9】 前記少なくとも1つの圧電素子の少なくとも1つおよび/または該少なくとも1つの圧電素子に関連付けられている少なくとも1つの噴射器の診断のために前記読み出し電圧を使用する請求項1から6までのいずれか1項記載の方法。

【請求項10】 前記少なくとも1つの圧電素子は、バンクに電気的に並列に配置されている少なくとも2つの圧電素子を含んでおり、前記検出される電圧は該バンクにかかっている電圧である請求項1または2記載の方法。

【請求項11】 前記少なくとも1つの圧電素子は、機関燃料噴射システムの部分である請求項1から10までのいずれか1項記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項12】 少なくとも1つの圧電素子（10、20、30、40、50、60）の充電回路におけるデバイスにかかっている電圧をタイミングをとって測定するための装置において、電圧測定デバイス（E）が設けられており、該電圧測定デバイスは前記充電回路におけるデバイスにかかっている電圧を検出し、該電圧測定デバイスは該検出された電圧を前記少なくとも1つの圧電素子の噴射事象と同期された少なくとも1つの前記で決められている時点において読み出すことを特徴とする装置。

【請求項13】 前記充電回路におけるデバイスは前記少なくとも1つの圧電素子（10、20、30、40、50、60）である請求項12記載の装置。

【請求項14】 前記充電回路におけるデバイスはバッファキャパシタ（210）である請求項12記載の装置。

【請求項15】 前記少なくとも1つの前記で決められている時点は、前記少なくとも1つの圧電素子（10、20、30、40、50、60）の少なくとも1つのそれぞれの充電または放電動作の前または後のずらされた前記で決められている時点である請求項12記載の装置。

【請求項16】 前記電圧測定デバイス（E）は、電圧検出器、マイクロプロセッサ、A/D変換器およびバッファの少なくとも1つを含んでいる請求項12から15までのいずれか1項記載の装置。

【請求項17】 前記少なくとも1つの圧電素子（10、20、30、40、50、60）は、機関燃料噴射システムの部分である請求項12から16までのいずれか1項記載の装置。

【請求項18】 並列に配置されている第1の圧電素子（10、20、30）の第1のバンクにかかっている第1の電圧および並列に配置されている第2の圧電素子（40、50、60）の第2のバンクにかかっている第2の電圧をタイミングをとって測定するための装置において、電圧測定デバイス（E）が設けられており、該電圧測定デバイスは前記第1および第2の電圧を検出し、該電圧測定デバイスは該検出された第1および第2の電圧を前記第1および第2の圧電素子の少なくとも1つの噴射事象と同期された前記で決められている時点において読み出すことを特徴とする装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】本発明は、請求項1の上位概念に記載の方法および請求項14の上位概念に記載の装置、すなわち、圧電素子の充電回路におけるデバイスにかかっている電圧をタイミングをとって測定するための方法および装置に関する。

【0002】一層詳細に考察される本発明の圧電素子は独占的ではないが、殊に、アクチュエータとして使用される圧電素子である。圧電素子はこのような目的のた

(3)

特開2002-34270

3

めに使用することができる。というのは、周知のように、圧電素子は、それに供給される電圧の開数として収縮するまたは伸張する特性を有しているからである。問題のアクチュエータが急速および／または頻繁な動きを實施しなければならないとき殊に、圧電素子を使用するアクチュエータを具体化実現すると有利である。

【0003】圧電素子をアクチュエータとして使用することはなにかんなく、内燃機関に対する燃料噴射ポンプにおいて有利であることが実証されている。圧電素子を噴射バルブアクチュエータとして使用することに関しては、EP0371469B1号およびEP0379192B1号の両刊行物が参考になる。この種の圧電素子は、所定の、一般に動作点に依存している電圧に充電される。圧電素子は縦方向に伸張し、それが噴射バルブの開閉を制御するために使用される。圧電素子を近似的に充電および放電することによって、所望の噴射操作または噴射プロフィールを實現することができる。

【0004】図7はアクチュエータとして圧電素子2010を利用する燃料噴射システムの概略図である。図7を参照すると、この圧電素子2010は電気的にエネルギーを与えられ、所与の活性化電圧にตอบสนองして伸長および収縮する。この圧電素子2010はピストン2015に結合されている。伸長した状態では、この圧電素子2010によって、このピストン2015は、液体、例えば燃料を含む液圧アダプタ2020へと突き出される。この圧電素子の伸長の結果、複動式制御バルブ2025は液圧的にこの液圧アダプタ2020から押し出され、バルブプラグ2035が第1の開位置2040から押し出される。複動式制御バルブ2025と中空ボア2050との組み合わせはしばしば複動式複座バルブと呼ばれ、その理由は、圧電素子2010が励起されていない場合には、この複動式制御バルブ2025はその第1の開位置2040に停止しているからである。他方で、圧電素子2010が完全に伸長すると、このバルブ2025はその第2の開位置2030に停止する。バルブプラグ2035の後者の位置が概略的に図7においてはゴーストラインで表されている。

【0005】燃料噴射システムは加圧燃料供給ライン2060からシリンダ（図示せず）への燃料の噴射用の噴射ニードル2070を有する。圧電素子2010が励起されていない場合または圧電素子が完全に伸長している場合、複動式制御バルブ2025はそれぞれ第1の開位置2040または第2の開位置2030に停止している。いずれの場合にも、液圧レール圧力は開位置に噴射ニードル2070を維持する。よって、燃料混合気はシリンダ（図示せず）には入らない。逆に、圧電素子2010が励起され、これにより複動式制御バルブ2025が中空ボア2050においていわゆる中間位置にある場合には、加圧燃料供給ライン2060において圧力降下がある。圧力降下の結果、噴射ニードル2070のトッ

4

ブとボトムとの間において加圧燃料供給ライン2060における圧力差が生じ、このため、この噴射ニードル2070は持ち上げられ、シリンダ（図示せず）への燃料噴射が行われる。

【0006】相応のシステムの一層詳細な説明は、ドイツ連邦共和国特許出願DE19742073A1およびDE19762984A1にて読むことができ、これをもってこれらは全部がここに組み込まれたものになる。これらの特許出願は、燃料噴射システムにおける噴射ニードルを制御するための複動式制御バルブを持つ圧電素子を開示している。

【0007】正確な燃料噴射体積を實現するために、圧電素子の縦方向の伸張の程度の精度が重要であり、かつそれ故に、充電電圧レベルの精度が重要である。エージング現象および温度は縦方向の伸張、またはストローク、および圧電素子のキャパシタンスに顕著な効果を発揮する可能性がある。所望のストロークは、アクチュエータエレメントのエージおよび／または温度に依存して、異なった充電電圧を必要とすることがある。アクチュエータ、特に関連バルブの所望のストロークを保証するために、充電電圧は相応に調整されなければならない。それ故に、適時にかつ正確な手法で圧電素子における電圧を測定できるようにすることが重要である。診断目的で、圧電素子の充電回路のバッファキャパシタにおける電圧を測定できるようにすることも重要である。

【0008】本発明の課題は、圧電素子の充電回路におけるデバイスの電圧値を簡単な測定およびタイミング構想を使用して測定することである。アクチュエータのキャパシタンスおよびエネルギーロスまたは電力消費係数が求められるようにしたい。これにより、アクチュエータエージング現象を補償し、これに応じてアクチュエータ参照電圧を調整することができる。バッファキャパシタおよび関連の回路も診断できるようにしたい。

【0009】本発明は、請求項1の上位概念に記載の方法、すなわち少なくとも1つの圧電素子の充電回路におけるデバイスにかかっている電圧をタイミング測定するための方法を提供する。デバイスにかかっている電圧が検出され、かつ検出された電圧が、少なくとも1つの圧電素子の噴射操作と同期された前以て決められている時点において読み出される。

【0010】本発明は、請求項12の上位概念に記載の装置、すなわち少なくとも1つの圧電素子の充電回路におけるデバイスにかかっている電圧をタイミング測定するための装置も提供する。電圧測定デバイスが設けられている。電圧測定デバイスはデバイスにかかっている電圧を検出し、かつ電圧測定デバイスは検出された電圧を、少なくとも1つの圧電式アクチュエータの噴射操作と同期している少なくとも1つの前以て決められている時点において読み出す。

【0011】請求項1および12に記載の方法および装

(4)

特開2002-34270

5

6

置においてその電圧が測定されるデバイスは、少なくとも1つの圧電素子それ自体または充電回路のバッファキャパシタであってよい。

【0012】本発明は、請求項18の上位概念に記載の装置、すなわち並列に配置されている第1の圧電素子の第1のバンクにかかっている第1の電圧および並列に配置されている第2の圧電素子の第2のバンクにかかっている第2の電圧をタイミング測定するための装置も提供する。電圧測定デバイスが設けられている。電圧測定デバイスは各電圧を検出し、該電圧測定デバイスは該検出された電圧を前記圧電素子の少なくとも1つの噴射卓と同期された前記で決められている時点において読み出す。

【0013】本発明は、噴射操作と同期されたアクチュエータ固有の手法でトリガされる電圧測定を使用している。これにより、アクチュエータ電圧の制御または補正、並びにバッファキャパシタの診断が可能になる。所望のアクチュエータストロークは以前より一層正確に実現することができ、一層正確な噴射が行われることになる。

【0014】次に本発明を、図面を参照して、図示の実施例につき一層詳細に説明する。

【0015】まず、図1aないし図1dを参照する。各図には、左から右へ水平方向に沿った共通の時間軸を共有している。

【0016】図1aは、圧電式アクチュエータの噴射サイクルに対する噴射プロファイルを例示する縦図である。時間は左から右へ水平方向の軸に沿っている。垂直方向の軸における正の変位は噴射卓の存在を表している。VE1、VE2、HEおよびNEは第1の予備噴射、第2の予備噴射、主噴射および後噴射卓をそれぞれ表している。

【0017】図1bには、圧電式アクチュエータによって変位される梭動式制御バルブに対する、図1aの噴射プロファイルに相応する噴射制御バルブ位置が縦図で示されている。垂直方向の軸は制御バルブ位置を表しているが、LCは低い方の弁座閉鎖位置を示し、MOは真ん中の開放位置を示し、かつUCは上の方の弁座閉鎖位置を示している。噴射卓VE1、VE2、HEおよびNEは、図1aに示されている噴射卓に対応している。制御バルブが真ん中の開放位置MOにあるとき噴射卓が生じ、一方制御バルブが低い方の弁座閉鎖位置LCかまたは上の方の弁座閉鎖位置UCにあるとき、噴射は生じないことが明らかである。

【0018】図1cは、図1aの噴射プロファイルに相応する、ストロープバルス2を説明する縦図である。ストロープバルス2は、圧電式アクチュエータの充電または放電動作をスタートさせるためおよび相応に噴射卓をスタートまたは終了させるためのトリガ信号として役立つ。従って、図1aおよび図1cを比較参照して分か

るように、ストロープバルス2は噴射卓VE1、VE2、HEおよびNEのスタートおよび終了に対応している。上述したように、圧電式アクチュエータの選択的な充電および放電によりアクチュエータは縦方向に伸張することになり、これにより噴射バルブが開放および閉鎖されて、所望の噴射プロファイルが実現される。ストロープバルス2は圧電式アクチュエータ制御システムによって発生され、その実施例については後で詳細に説明する。

【0019】図1dは、図1aの噴射プロファイルに対応している、電圧測定トリガバルス4を説明する縦図である。電圧測定トリガバルス4は、圧電素子にかかっている電圧が読み出されかつ記憶されるようにするのに役立つ。電圧測定トリガバルス4は有利には、圧電素子の所望の充電または放電卓の前または後の一定のタイムオフセットAtで生じる。このことは、ストロープバルス2の前縁の前または後縁の後のタイムオフセットAtに対応している。図1dには、電圧測定トリガバルス4がストロープバルスの後縁後のタイムオフセットAtで生じるように設定されている実施例が示されている。本発明の別の実施例において、タイムオフセットAtは可変の大きさであってよくおよび/またはいくつかのストロープバルスの始めの前およびその他のストロープバルスの終了後に生じるのでもよい。電圧測定トリガバルス4は、圧電式アクチュエータ制御システムによって発生され、その実施例については後で詳述する。

【0020】次に図2を参照する。ここには、燃料噴射システムの少なくとも1つの圧電素子にかかっている電圧のタイミングをとられた測定のための装置例が略示されている。図2には詳細な領域Aおよび詳細ではない領域Bが存在する。これらの領域の分割は破線cによって示されている。詳細な領域Aは圧電素子10、20、30、40、50、60を充電および放電するための回路を含んでいる。考察している例ではこれらの圧電素子10、20、30、40、50、60は内燃機関の（とりわけいわゆるコモンレールインジェクタの）燃料噴射ノズルにおけるアクチュエータである。圧電素子はこのような目的のために使用されうる。なぜなら、周知のように、圧電素子は圧電素子に印加される電圧または圧電素子に発生する電圧の関数として収縮または伸長するという特性を有しているからである。詳細ではない領域Bは制御ユニットDおよびアクティベーションIC Eを含み、これら制御ユニットDおよびアクティベーションIC Eの2つによって詳細な領域A内の素子が制御される。生じているレール圧力を測定するための測定構成要素Fも示されている。

【0021】上述したように、詳細に示されている領域A内の回路は6つの圧電素子10、20、30、40、50、60を有している。説明している実施例において6つの圧電素子10、20、30、40、50、60を

(5)

特開2002-34270

7

8

採用している理由は、内燃機関内の6つのシリンダを個別に制御することができるからである。従って、その他の目的に適うように圧電素子の数はいくつであってもかまわない。

【0022】圧電素子10、20、30、40、50、60は第1のグループ、またはバンクG1と第2のグループ、またはバンクG2に分散されており、各々のグループは3つの圧電素子を有する（すなわち、圧電素子10、20、30は第1のグループG1にありかつ圧電素子40、50、60は第2のグループG2にある）。グループG1およびG2は互いに並列に接続された回路部分の構成部分である。グループセレクトスイッチ310、320は、圧電素子10、20、30あるいは40、50、60のグループG1、G2のうちのどちらが共通の充放電装置によってその節度放電されるのかを決定するために使用される（しかしこれらグループセレクトスイッチ310、320は、後で説明するように、充電プロセスにとっては無意味である）。

【0023】グループセレクトスイッチ310、320はコイル240とそれぞれのグループG1およびG2（のコイル側の端子）の間に設けられており、トランジスタとしてインプリメントされている。サイドドライバ（side driver）311、321は、要求された通りにアクティベーションIC Eから受信した制御信号をスイッチの開閉に適した電圧に変換するようにインプリメントされている。

【0024】（グループセレクトダイオードと呼ばれる）ダイオード315および325がそれぞれグループセレクト310、320と並列に設けられている。もしグループセレクトスイッチ310、320がMOSFETまたはIGBTとしてインプリメントされているならば、例えば、これらのグループセレクトダイオード315、325は寄生ダイオード自体によって構成されていてもよい。ダイオード315、325は充電プロセスの間にはグループセレクトスイッチ310、320をバイパスする。従って、グループセレクトスイッチ310、320の機能は、ただ放電プロセスだけのために圧電素子10、20、30あるいは40、50、60のグループG1、G2を選択するように低減されている。

【0025】各グループG1あるいはG2において、圧電素子10、20、30あるいは40、50、60は、並列接続されている圧電ブリッジ110、120、130（グループG1）および140、150、160（グループG2）の構成部分として設けられている。各圧電ブリッジは、圧電素子10、20、30、40、50あるいは60および（ブリッジ抵抗器と呼ばれる）抵抗器13、23、33、43、53あるいは63を有する第1の並列回路とトランジスタ11、21、31、41、51あるいは61としてインプリメントされた（プラン

チセレクトスイッチと呼ばれる）セレクトスイッチおよび（ブリッジダイオードと呼ばれる）ダイオード12、22、32、42、52あるいは62から成る第2の並列回路とから成る直列回路を有する。

【0026】ブリッジ抵抗器13、23、33、43、53あるいは63によって、各々相応の圧電素子10、20、30、40、50あるいは60は充電プロセスの間および後で連続的に自分で放電するようになる。なぜならば、これらのブリッジ抵抗器は各々相応的な圧電素子10、20、30、40、50あるいは60の両方の端子を互いに接続しているからである。しかし、これらのブリッジ抵抗器13、23、33、43、53あるいは63は、後で述べるように、制御される充電および放電プロセスに比べてこのプロセスをゆっくりと行うに足る十分な大きさを有している。従って、あらゆる圧電素子10、20、30、40、50または60の電荷は充電プロセスの後の適切な時間内では変化していないと考えることは、十分に合理的な仮定である（それでもやはりこれらのブリッジ抵抗器13、23、33、43、53および63をインプリメントする理由は、システムのブレークダウンまたは他の異常な状況の場合に圧電素子10、20、30、40、50および60に電荷を残すことを回避するためである）。よって、これらのブリッジ抵抗器13、23、33、43、53および63は以下の記述においては無視してよい。

【0027】個々の圧電ブリッジ110、120、130、140、150あるいは160のブリッジセレクトスイッチ/ブリッジダイオード対、すなわち圧電ブリッジ110のセレクトスイッチ11およびダイオード12、圧電ブリッジ120のセレクトスイッチ21およびダイオード22等々は、寄生ダイオードを有する電子スイッチ（すなわちトランジスタ）、例えば（グループセレクトスイッチ/ダイオード対310および315あるいは320および325に対して上で述べたように）MOSFETまたはIGBTを利用してインプリメントすることができる。ブリッジセレクトスイッチ11、21、31、41、51あるいは61は、圧電素子10、20、30、40、50または60のうちのどれが各々のケースにおいて共通の充放電装置によって充電されるのかを決定するのに利用される；各々のケースにおいて、充電される圧電素子10、20、30、40、50または60は、後で述べる充電プロセスの間に開成されるブリッジセレクトスイッチ11、21、31、41、51または61のすべての圧電素子である。

【0028】択することができるが、放電プロセスでは圧電素子10、20および30あるいは40、50および60の第1のグループG1かまたは第2のグループG2のいずれかまたは両方のグループを選択する必要がある。

【0029】圧電素子10、20、30、40、50お

(6)

特開2002-34270

9

10

よび60自体に戻ると、ブランチセクタ圧電端子15、25、35、45、55あるいは65は、ブランチセクタスイッチ11、21、31、41、51あるいは61または相応のダイオード12、22、32、42、52あるいは62のいずれかを介しておよびこれらの両方のケースにおいて付加的に抵抗器300を介して接地される。

【0030】抵抗器300の目的は、圧電素子10、20、30、40、50および60の充電および放電の間にブランチセクタ圧電端子15、25、35、45、55あるいは65と接地との間に流れる電流を測定することである。これらの電流を知ること、圧電素子10、20、30、40、50および60の制御される充電および放電が可能になる。とりわけ、この電流の大きさに依存する手法で充電スイッチ220および放電スイッチ230を開閉することによって、後ほど詳しく説明するように、充電電流および放電電流を所定の平均値にセットすることおよび／または充電電流および放電電流が所定の最大値を超過するおよび／または所定の最小値より下に降下するのを防ぐことが可能である。

【0031】考察されるこの実施例では、測定自体は、戻に例えば5V DCの電圧を供給する電圧源621および2つの抵抗器622および623としてインブリメントされた分圧器を必要とする。これは、アクティベーションIC E（このICによって測定が実施される）を負の電圧から保護するためである。この負の電圧はさもなければ測定点620で発生するかもしれない。このアクティベーションIC Eによっては処理できない。このような負の電圧は、前記電圧源621および分圧器抵抗622および623によって供給される正の電圧セットアップを加算することによって正の電圧に変化される。

【0032】各圧電素子10、20、30、40、50、60のもう一方の端子、すなわちグループセクタ圧電端子14、24、34、44、54あるいは64は、グループセクタスイッチ310あるいは320を介してまたはグループセクタダイオード315あるいは325を介して並びにコイル240を介しておよび充電スイッチ220および充電ダイオード221から成る並列回路を介して電圧源の正の極に接続され、更にこのグループセクタ圧電端子14、24、34、44、54あるいは64は選択的にまたは付加的にグループセクタスイッチ310あるいは320を介してまたはダイオード315あるいは325を介して並びにコイル240を介しておよび放電スイッチ230および放電ダイオード231から成る並列回路を介して接地される。充電スイッチ220および放電スイッチ230は、サイドドライブ222あるいは232を介して制御されるトランジスタとしてインブリメントされている。

【0033】電圧源は容量特性を有する素子を有し、この素子はこの考察される実施例では（バッファ）キャパ

シタ210である。キャパシタ210はバッテリー200（例えば自動車搭載バッテリー）およびこのバッテリーに後接続されたDC電圧変換器201によって充電される。DC電圧変換器201はバッテリー電圧（例えば12V）を実質的に他のいずれかのDC電圧（例えば250V）に変換し、キャパシタ210をその電圧まで充電する。DC電圧変換器201はトランジスタスイッチ202および抵抗器203によって制御される。この抵抗器203は測定点630から行われる電流測定のために利用される。

【0034】クロスチェックの目的で、測定点650における戻に別の電流測定がアクティベーションIC E並びに抵抗器651、652および653および5V DC電圧源654によって可能である。戻に、測定点640における電圧測定がアクティベーションIC E並びに分圧抵抗器641および642によって可能である。

【0035】最後に、（完全放電抵抗器と呼ばれる）抵抗器330、（ストップスイッチと呼ばれる）トランジスタとしてインブリメントされたストップスイッチ331および（完全放電ダイオードと呼ばれる）ダイオード332は、（もし圧電素子が後で詳しく説明するような「ノーマル」放電動作によっても放電されないことが起こってしまうならば）圧電素子10、20、30、40、50および60を放電させるために使用される。ストップスイッチ331は有利には「ノーマル」放電プロセス（放電スイッチ230を介する周知放電）の後で閉成される。それゆえ、圧電素子10、20、30、40、50、60は抵抗器330および300を介して接地され、これにより圧電素子10、20、30、40、50、60に残っているかもしれないどんな残留電荷も除去される。完全放電ダイオード332は、負の電圧が環境によってはこれによってダメージをうけるかもしれない圧電素子10、20、30、40、50、60で発生することを阻止する。

【0036】すべての圧電素子10、20、30、40、50、60または特にいずれか1つの圧電素子の充電および放電は（すべてのグループおよびこれらのグループの圧電素子に共通の）単一の充放電装置によって行われる。考察されるこの実施例では、共通充放電装置はバッテリー200、DC電圧変換器201、キャパシタ210、充電スイッチ220および放電スイッチ230、充電ダイオード221および放電ダイオード231およびコイル240を有する。

【0037】各圧電素子の充電および放電は同じように動作し、以下において説明される。ただし第1の圧電素子10だけを参照する。

【0038】充電および放電プロセスの間に発生する状態を図3a～3dを参照しながら説明する。図3aおよび3bは圧電素子10の充電を、図3cおよび3d

11

は圧電素子10の放電を示している。

【0039】充電または放電されるべき1つまたは複数の特定の圧電素子10、20、30、40、50または60の選択、以下において記述されるような充電プロセス並びに放電プロセスは、1つまたは複数の上記のスイッチ11、21、31、41、51、61; 310、320; 220、230および331を開くかまたは閉じることによってアクティベーションIC Eおよび制御ユニットDによって駆動される。一方における詳細な領域A内の素子と、他方におけるアクティベーションIC Eおよび制御ユニットDとの間の相互作用を詳しく以下において記述する。

【0040】充電プロセスに関して、最初に、充電されるべき特定の圧電素子10、20、30、40、50または60が選択されなければならない。専ら第1の圧電素子10を充電するためには、第1のブランチ11のブランチセレクトスイッチ11が閉成され、他のすべてのブランチセレクトスイッチ21、31、41、51および61は開かれたままである。専ら他のいずれかの圧電素子20、30、40、50、60を充電するためにはまたは幾つかの圧電素子を同時に充電するためには、相応のブランチセレクトスイッチ21、31、41、51および/または61を閉成することによってこれらの圧電素子が選択される。

【0041】次いで、充電プロセス自体が行われる; 一般的に、この考察される実施例において、充電プロセスはキャパシタ210と第1の圧電素子10のグループセレクト圧電端子14との間に正の電位差を必要とする。しかし、充電スイッチ220および放電スイッチ230が開いている限り、圧電素子10の充電または放電は発生しない。この状態において図2に図示された回路は定常状態にある。すなわち、圧電素子10がその電荷状態を実質的に不変的に保っており、電流が流れない。

【0042】第1の圧電素子10を充電するために、充電スイッチ220が閉成される。理論的には、第1の圧電素子10はそうするだけで充電されるはずである。しかし、これが大電流を発生させ、この大電流が関連する素子にダメージを与えるかもしれない。それゆえ、発生する電流は測定点620で測定され、検出される電流が一定の制限値を越えるやいなやこのスイッチ220は再び開かれる。従って、第1の圧電素子10において所望の電荷に達するために、充電スイッチ220は繰り返し開閉され、放電スイッチ230は開かれたままにしておかれる。

【0043】もっと詳しく言えば、充電スイッチ220が閉成している場合、図3aに矢印で示された状態が発生する。すなわち圧電素子10、キャパシタ210およびコイル240からなる直列回路を有する閉回路が形成され、この閉回路において電流 $I_{LB}(t)$ が図3aに

(7)

特開2002-34270

12

矢印で示されているように流れる。この電流フローの結果、両方の正の電荷が第1の圧電素子10のグループセレクト圧電端子14にもたらされ、エネルギーがコイル240に蓄積される。

【0044】充電スイッチ220が閉成した後で短時間(例えば、数 μs)この充電スイッチ220が開かれる場合、図3bに示された状態が発生する。圧電素子10、充電ダイオード221およびコイル240からなる直列回路を有する閉回路が形成され、この閉回路において電流 $I_{LB}(t)$ が図3bに矢印で示されているように流れる。この電流フローの結果、コイル240に蓄積されたエネルギーが圧電素子10に流れる。この圧電素子10へのエネルギー供給に相応して、圧電素子10で発生する電圧およびこの圧電素子10の外法寸法が増大する。一度エネルギー輸送がコイル240から圧電素子10へ行われると、図2に示された既述の回路の定常状態が再び得られる。

【0045】その時またはそれ以前または以後に(充電動作の所望のタイムプロファイルに依存して)充電スイッチ220が再び閉成され再び開かれる。この結果、上記のプロセスが繰り返される。充電スイッチ220のこの再開の結果、圧電素子10に蓄積されるエネルギーが増大し(既にこの圧電素子10に蓄積されていたエネルギーに新たに供給されたエネルギーが加算される)、圧電素子10で生じる電圧およびこの圧電素子10の外法寸法がこれに応じて増大する。

【0046】充電スイッチ220の上述の開閉が多数回繰り返されるならば、圧電素子10で生じる電圧およびこの圧電素子10の伸長は段階的に増大する。

【0047】充電スイッチ220が所定の回数だけ開閉するとおよび/または圧電素子10が所望の充電状態に達すると、この圧電素子10の充電が充電スイッチ220を開いたままにすることによって終了される。

【0048】放電プロセスに関して、考察されるこの実施例では、圧電素子10、20、30、40、50および60がグループ(G1および/またはG2)において次のように放電される: 最初に、その圧電素子が放電されるべきである1つのグループまたは2つのグループG1および/またはG2のグループセレクトスイッチ310および/または320が閉成される(ブランチセレクトスイッチ11、21、31、41、51、61は放電プロセスのための圧電素子10、20、30、40、50、60の選択には作用しない。というのも、この場合これらのブランチセレクトスイッチはブランチダイオード12、22、32、42、52および62によってバイパスされるからである)。従って、第1のグループG1の部分である圧電素子10を放電するためには、第1のグループセレクトスイッチ310が閉成される。

【0049】放電スイッチ230が閉成されると、図3

(8)

特開2002-34270

13

cに示された状態が発生する。圧電素子10およびコイル240からなる直列回路を有する閉回路が形成され、この閉回路において電流 $i_B(t)$ が図3cに矢印で示されているように流れる。この電流フローの結果、圧電素子に蓄積されていたエネルギー（の一部）がコイル240に輸送される。圧電素子10からコイル240へのエネルギー供給に相応して、圧電素子10において発生する電圧およびこの圧電素子10の外法寸法が減少する。

【0050】放電スイッチ230が閉成した後で短時間（例えば、数 μs ）この放電スイッチ230が開かれる場合、図3dに示された状態が発生する。圧電素子10、キャパシタ210、放電ダイオード231およびコイル240からなる直列回路を有する閉回路が形成され、この閉回路において電流 $i_A(t)$ が図3dに矢印で示されているように流れる。この電流フローの結果、コイル240に蓄積されていたエネルギーがキャパシタ210にフィードバックされる。一度エネルギー輸送がコイル240からキャパシタ210へ行われると、図2に示された既述の回路の定常状態が再び得られる。

【0051】その時またはそれ以前または以後に（放電動作の所望のタイムプロファイルに依存して）放電スイッチ230が再び閉成され再び開かれる。この結果、上記のプロセスが繰り返される。放電スイッチ230のこの再開閉の結果、圧電素子10に蓄積されるエネルギーが更に減少し、この圧電素子で生じる電圧およびこの圧電素子の外法寸法もこれに応じて減少する。

【0052】放電スイッチ230の上述の開閉が多数回繰り返されるならば、圧電素子10で生じる電圧およびこの圧電素子10の伸長は段階的に減少する。

【0053】放電スイッチ230が所定の回数だけ開閉するとおよび／または圧電素子が所望の放電状態に達すると、この圧電素子10の放電が放電スイッチ230を開いたままにすることによって終了される。

【0054】アクティベーションIC Eと一方で制御ユニットDと他方で詳細な領域A内のエレメントとの間の相互作用は、アクティベーションIC Eから詳細な領域A内のエレメントへとブランチセレクト制御ライン410、420、430、440、450、460、グループセレクト制御ライン510、520、ストップスイッチ制御ライン530、充電スイッチ制御ライン540および放電スイッチ制御ライン550および制御ライン560を介して送信される制御信号によって実施される。他方で、詳細な領域A内の測定点600、610、620、630、640、650で得られたセンサ信号があり、これらのセンサ信号はセンサライン700、710、720、730、740、750を介してアクティベーションIC Eに、並びにセンサライン700及び710を介して制御ユニットDに伝送される。

【0055】これらの制御ラインは、上記のような相応

14

のスイッチを開閉することによって圧電素子10、20、30、40、50または60を選択し単一のまたは複数の圧電素子10、20、30、40、50、60の充電または放電プロシーダを実施するためにトランジスタベースに電圧を供給したりしなかったりするのに使用される。センサ信号は特に、それぞれ測定点600あるいは610から圧電素子10、20および30あるいは40、50および60の結果的に生じる電圧および測定点620から充電および放電電流を輸出するのに使用される。制御ユニットDおよびアクティベーションIC Eは、図2および4を参照しながらこれから詳細に記述するような両者の相互作用を実施するために、これら2種類の信号を組み合わせるのに使用される。

【0056】図2に示されているように、制御ユニットDおよびアクティベーションIC Eはパラレルバス840および付加的にシリアルバス850によって互いに接続されている。パラレルバス840は特に制御ユニットDからアクティベーションIC Eへの制御信号の高速伝送のために使用され、他方でシリアルバス850は比較的低速なデータ伝送のために使用される。

【0057】図4には、一般に重要な幾つかのコンポーネントが示されている：ロジック回路800、RAMメモリ810、デジタル／アナログ変換器システム820およびコンパレータシステム830である。更に（制御信号用の）高速パラレルバス840がアクティベーションIC Eのロジック回路800に接続されており、他方で比較的低速なシリアルバス850がRAMメモリ810に接続されているのが示されている。ロジック回路800は、RAMメモリ810、コンパレータシステム830および信号ライン410、420、430、440、450および460；510および520；530；540、550および560に接続されている。RAMメモリ810はロジック回路800並びにデジタル／アナログ変換器システム820に接続されている。デジタル／アナログ変換器システム820は更にコンパレータシステム830に接続されている。コンパレータシステム830は更にセンサライン700および710；720；730、740および750と前述のようにロジック回路800に接続されている。

【0058】上記のコンポーネントは例えば以下のように充電プロシーダにおいて使用される：制御ユニットDによって、図5を参照して一層詳細に説明するように、所定の目標電圧に充電されるべき特定の圧電素子10、20、30、40、50または60が決定される。その場合、（デジタル数字により表現された）目標電圧の値がRAMメモリ810へ比較的低速なシリアルバス850を介して伝送される。後でまたは同時に、選択されるべき特定の圧電素子10、20、30、40、50または60に相応しかつRAMメモリ810内の伝送されたアドレスについての情報を含んでいるコード信号が

15

ロジック回路800にパラレルバス840を介して伝送される。後ほど、図1cを参照して説明したように、ストローブ信号2がロジック回路800にパラレルバス840を介して送信される。このパラレルバス840は充電プロセスのためのスタート信号を供給する。

【0059】スタート信号により最初にロジック回路800はRAMメモリ810から目標電圧のデジタル値をピックアップし、このデジタル値をデジタル/アナログ変換器システム820に伝達させる。これによりこの変換器820の1つのアナログ出力側に所望の電圧が現れる。更に、前記アナログ出力側（図示せず）はコオペレータシステム830に接続されている。これに加えて、ロジック回路800は（第1のグループG1のいずれかの圧電素子10、20、30のための）測定点600または（第2のグループG2のいずれかの圧電素子40、50、60のための）測定点610をコオペレータシステム830に対して選択する。この結果、目標電圧と選択された圧電素子10、20、30、40、50または60における瞬時の電圧とがコオペレータシステム830によって比較される。この比較の結果、すなわち目標電圧と瞬時の電圧との間の差がロジック回路800に伝送される。これにより、ロジック回路800は、目標電圧と瞬時の電圧とが互いに等しくなるやいなやこのプロセスをストップすることができる。

【0060】第2に、ロジック回路800は制御信号を、選択された圧電素子10、20、30、40、50または60に相応するブランチセレクトスイッチ11、21、31、41、51または61に供給し、この結果、このスイッチが閉成される（すべてのブランチセレクトスイッチ11、21、31、41、51および61はここで記述される実施例では充電プロセスの開始の前には開いた状態にあると考えられている）。次いで、ロジック回路800は制御信号を充電スイッチ220に供給し、この結果、このスイッチが閉成される。更に、ロジック回路800は測定点620で発生する電流の測定をスタート（または継続）する。ここで、測定された電流は予め設定された最大値とコンパレータシステム830によって比較される。予め設定された最大値に検出された電流が到達するやいなや、ロジック回路800は充電スイッチ220を再び開く。

【0061】再び、測定点620における残留電流が検出され、予め設定された最小値と比較される。前記の予め設定された最小値に到達するやいなや、ロジック回路800はブランチセレクトスイッチ11、21、31、41、51または61を再び閉成させ、このプロセスをまたスタートする。

【0062】充電スイッチ220の開閉は、測定点600または610で検出される電圧が目標電圧を下回る限りは繰り返される。目標電圧に到達するやいなや、ロジック回路はこのプロセスの継続をストップする。

(9)

特開2002-34270

16

【0063】充電プロセスは相応のやり方で行われる：圧電素子10、20、30、40、50または60の選択がグループセレクトスイッチ310あるいは320によって行われ、充電スイッチ220の代わりに放電スイッチ230が開閉され、予め設定された最小目標電圧に到達しなくてはならない。

【0064】次に、制御ユニットDのブロック図を示している図5を付加的に参照する。制御ユニットDは中央処理ユニット（CPU）6と、並列インタフェース8とアナログ/デジタル変換器9を含んでいる。アナログ/デジタル変換器9はライン700、710および760を介してそれぞれ電圧測定点600、610および640から受信した測定された電圧を記憶するための結果バッファ5を含んでいる。

【0065】ストローブパルス2が噴射率象の始めまたは終わりをトリガする。CPU6は、どの圧電式アクチュエータが充電または放電されるべきであるか、すなわち機関シリンダの噴射バルブが影響を及ぼされるべきであるか、結果的にどの圧電式アクチュエータの電圧が測定されなければならないかを突き止める。CPU6は、バッファキャパシタ210にかかっている電圧がいつ測定されるべきであるかも突き止める。測定されるべきデバイスの識別はCPU6から並列インタフェース8に送出される。CPU6は有利には、測定されるべき圧電式アクチュエータを、4ストロークエンジン作業サイクルと同期してクランク軸2回転毎にインクリメントするが、別のスキーマも可能である。CPU6はいずれかの適当なプロセッサまたはマイクロプロセッサであってよい。

【0066】並列インタフェース8は、ストローブパルスに応答して、図1dを参照して説明したように、電圧測定トリガパルス4を発生する。トリガパルス4は、ストローブパルス2の前縁の前または後縁の後のタイムオフセットAにおいて生じるようにするとよい。タイムオフセットAは、先行する充電または放電動作が完了していることが保証されるように選択されている。タイムオフセットAは、例えば、次の充放電動作の開始の前の10ないし15μs、または次のストローブパルス2の後縁の前の10ないし15μsであるとよい。

【0067】図6aないし図6dを参照するに、圧電式アクチュエータには、噴射率象VE2、VE1等の充放電動作1に続いて減衰される機械的な振動の期間がある。この期間の振動3はアクチュエータにかかっている電圧レベルにある。この期間に行われるアクチュエータの電圧レベル測定は使用可能でないかまたは少なくとも完全に使用可能ではない。本発明の1つの実施例において、図6bないし図6dに示されているように、後続の充放電動作1のストローブパルス2のスタートと同時に発生される、これにより電圧測定は、測定されるべき電圧を形成した充放電動作後できるだけ遅いが、まだ次

10

20

30

40

50

(10)

特開2002-34270

17

の充放電動作のスタート前に実施される。この実施例は、充放電動作に続く振動期間の間に電圧測定が行われるのを避けることができる。

【0068】アナログ／デジタル変換器9は、並列インタフェース8からトリガパルス4を受信しかつそれぞれのトリガパルスにตอบสนองして圧電素子バンクG1およびG2にかかっているおよびバッファキャパシタ210にかかっている電圧を読み出す。電圧はまず、バンクG1およびG2およびバッファキャパシタ210にかかっている電圧に相応している、センサライン700、710および760から受信した瞬時のアナログ電圧値をデジタル値に変換することによって読み出される。それから結果的に生じたデジタル電圧値が結果レジスタ5に保存される。アナログ／デジタル変換器9は、バンクG1またはG2のいずれがアクティブな噴射バンクであるかに関する情報を有していないので、2つのバンクに対する電圧が同時に読み出されかつ結果が結果バッファ5に記憶される。これにより、例えば噴射動作期間のアナログ／デジタル変換器による通信トラヒックが原因の、CPU6上の負荷が低減されることになる。それからCPU6は、噴射事象が完了した後でCPU6上の負荷が比較的

低いとき、記憶された電圧値をフェッチすればよい。

【0069】噴射操作VE1、VE2、HEおよびNEを有する例えば一方のバンクG1の噴射サイクルに、バンクG2におけるアクチュエータの噴射事象VEまたはNEが割り込むことができる。従って、電圧測定トリガパルスは、CPUによって定められた1つのアクチュエータに対してのみ同時に発生される。これにより、結果バッファ5に蓄積されている値の、所定のアクチュエータの噴射操作に対する特別単純な相関が可能になる。

【0070】本発明のいくつかの実施例において、1つのアクチュエータに対して説明してきた4つの噴射事象より少ない事象の電圧が測定される。これには所定の噴射サイクルのたった1つの噴射事象の測定さえも含まれている。例えば、HE事象だけが生じるならば、HEに対する電圧だけが測定されればよい。

【0071】これまで説明してきた実施例以外にも、本発明による方法および／または装置の特定のインプリメンテーションにおいて多数の変形例が可能である。例えば、アクティベーションIC Eおよび制御ユニットDの特有のコンフィギュレーションおよび操作において種々

18

々々の変形例が可能である。勿論、当業者には理解できるように、本発明の範囲で代わりのその他のアクティベーションおよび制御ユニットを使用することも可能である。本発明は、圧電素子を使用する種々様々なタイプの機関に適用することができる。本発明が燃料噴射アクチュエータに制限されておらず、適当に使用されるようになっている事実上すべての圧電素子に対して応用がきくことは勿論である。本発明の範囲は、特許請求の範囲によってのみ制限されるものである。

10 【図面の簡単な説明】

【図1a】アクチュエータとして使用される圧電素子に対する噴射サイクルを説明する線図である。

【図1b】図1aの噴射サイクルに相応する噴射制御バルブ位置を表わしている線図である。

【図1c】図1aの噴射サイクルに相応するストロープパルスを表わしている線図である。

【図1d】図1aの噴射サイクルに相応する電圧測定トリガパルスを表わしている線図である。

20 【図2】燃料噴射システムの少なくとも1つの圧電素子にかかっている電圧をタイミングをとって測定するための装置の実施例の回路略図である。

【図3a】図2の装置における第1の充電フェーズ（充電スイッチ220は閉成されている）を説明するための回路略図である。

【図3b】図2の装置における第2の充電フェーズ（充電スイッチ220は開放されている）を説明するための回路略図である。

30 【図3c】図2の装置における第1の放電フェーズ（放電スイッチ230は閉成されている）を説明するための回路略図である。

【図3d】図2の装置における第2の放電フェーズ（放電スイッチ230は開放されている）を説明するための回路略図である。

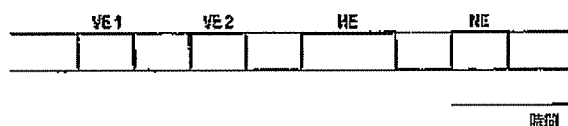
【図4】図2のアクティベーションIC Eのブロック線図である。

【図5】図2の制御ユニットDのブロック線図である。

【図6】a～dは、図1aないし1dに類似しているが、アクチュエータの充放電動作に続く圧電式アクチュエータ電圧振動を回避するために、電圧測定トリガパルスのタイミングを説明する線図である。

【図7】燃料噴射システムの概略図である。

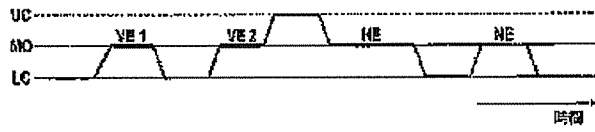
【図1a】



(11)

特開2002-34270

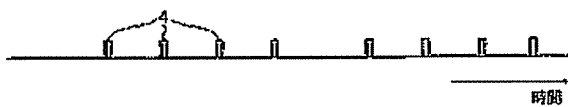
【図1b】



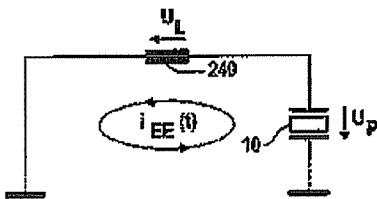
【図1c】



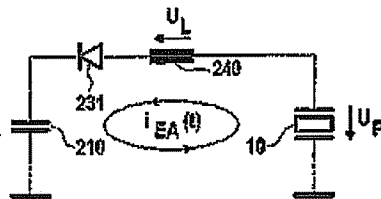
【図1d】



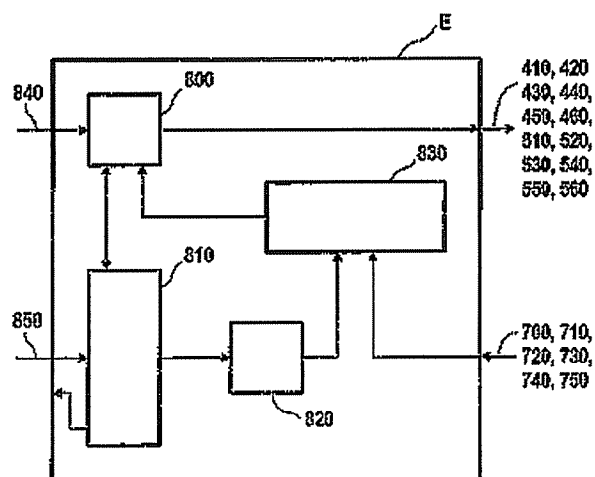
【図3c】



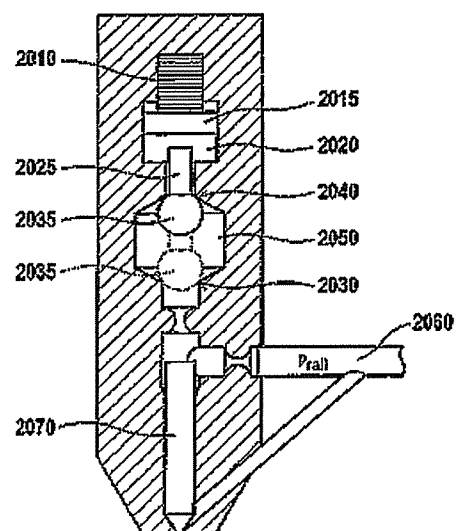
【図3d】



【図4】



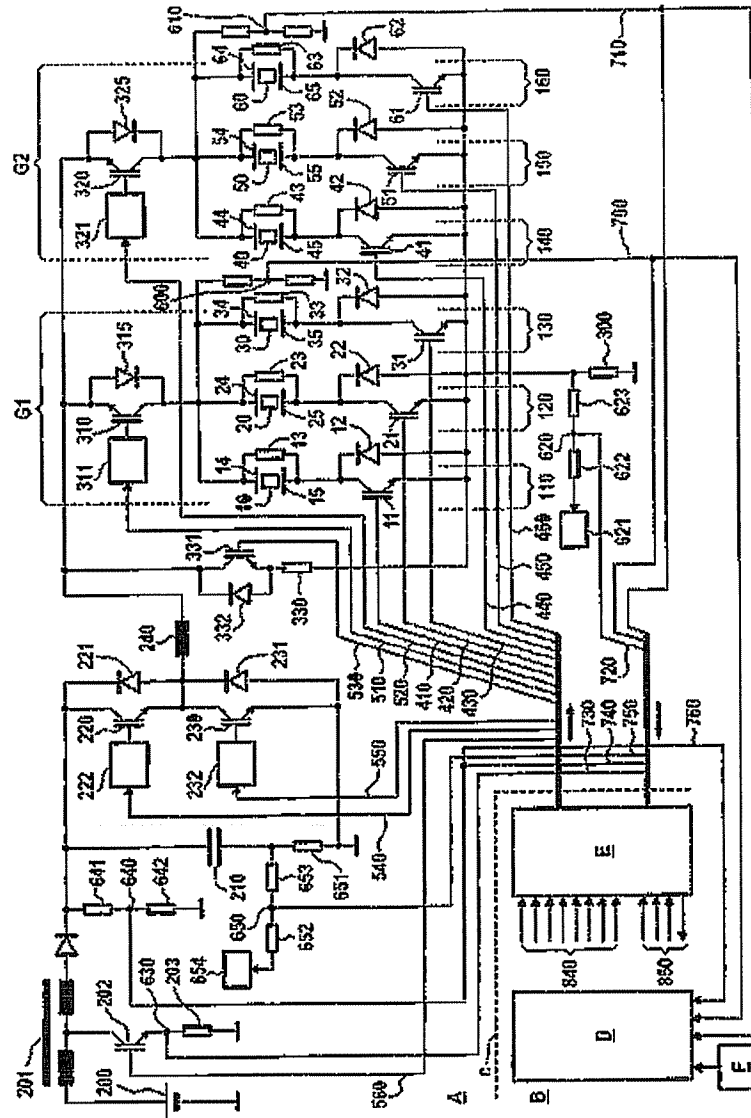
【図7】



(12)

特開2002-34270

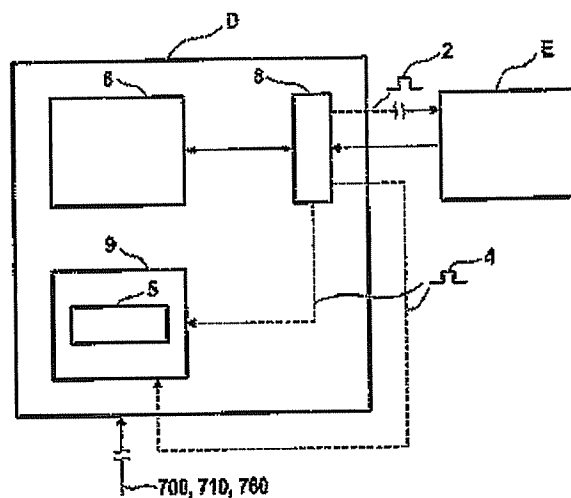
【図2】



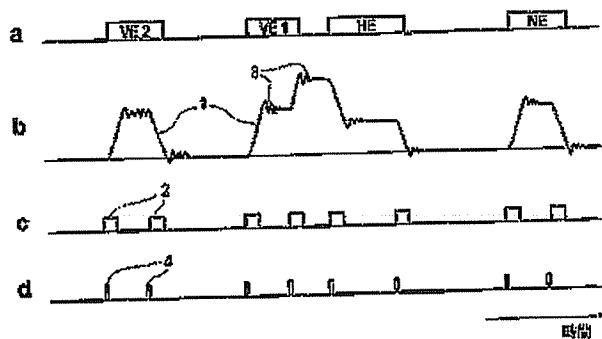
(13)

特開2002-34270

【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	識別記号	F I	ターコード (参考)
F 0 2 M 51/00		F 0 2 M 51/00	E
H 0 1 L 41/083		51/06	M
// F 0 2 M 51/06		H 0 1 L 41/08	P
(72)発明者	カイ バルニッケル ドイツ連邦共和国 シュツツトガルト フ リードリッヒ・ツンデル・シュトラッセ 48	(72)発明者	ウド シュルツ ドイツ連邦共和国 ヴァイヒンゲン/エン ツ コルンブルーメンヴェーク 34
(72)発明者	ヨーゼフ ネーヴァルト ドイツ連邦共和国 シュツツトガルト パ ンツハルデンシュトラッセ 89		

(14)

特開 2002-34270

F ターム(参考) 3G066 AA07 AB02 AC09 AD12 BA43
 BA44 BA51 BA69 CC06T
 CC08T CC08U CC14 CC64U
 CC68T CC68U CD26 CE13
 CE27 CE29 DA01 DA09 DC00
 3G084 BA13 DA04 DA27 EA05 EA07
 EC01 EC05 FA00
 3G301 JA00 JB09 LC05 NA11 NB03
 NB13 PB03B PB03Z

(54)【発明の名称】 少なくとも 1つの圧電素子の充電回路におけるデバイスにかかっている電圧をタイミングをとって測定するための方法および少なくとも 1つの圧電素子の充電回路におけるデバイスにかかっている電圧をタイミングをとって測定するための装置